

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

PAT-NO: JP408314892A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08314892 A  
TITLE: RATE OF INTEREST PREDICTING SYSTEM  
APPLYING NEURAL NET  
TO ECONOMETRIC MODEL  
PUBN-DATE: November 29, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
SAKASHITA, MASAHIRO  
IMAI, MIKI  
HAYASHI, KOJI  
ARIE, KATSUTOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

|             |         |
|-------------|---------|
| NAME        | COUNTRY |
| HITACHI LTD | N/A     |

APPL-NO: JP07119534

APPL-DATE: May 18, 1995

INT-CL (IPC): G06F017/00, G06F009/44 , G06F015/18 ,  
G06G007/60

ABSTRACT:

PURPOSE: To simplify the construction of an econometric model and to improve the maintainability of the model by applying a neural net to the model.

CONSTITUTION: In a model construction supporting device 10, the construction of an econometric model is supported by a visual correlation network graphic and the support is extended to a neural net. As for the extended neural net,

the actual record data file 70 in the past is used as educator data and is learned by a model learning device 13. The neural net is verified by utilizing the same past actual record data by a model verifying device 20. The verified neural net is located at a rate of interest predicting device 32. A simulation executing device 30 performs a control such as the data input/output to this neural net and performs a rage of interest predicting processing. In this case, an exogenous variable scenario to be required for a prediction is estimated from the past economy index data in time series by an exogenous variable time series predicting device 31 and is automatically generated. The generated scenario is stored in a storage part 50, becomes the input of the rate of interest predicting device 32 and is finally stored in a rate of interest prediction data file 80.

COPYRIGHT: (C) 1996, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-314892

(43)公開日 平成8年(1996)11月29日

| (51)Int.Cl. <sup>a</sup> | 識別記号  | 序内整理番号  | F I          | 技術表示箇所  |
|--------------------------|-------|---------|--------------|---------|
| G 06 F 17/00             |       | 9168-5L | G 06 F 15/20 | F       |
| 9/44                     | 5 5 0 | 7737-5B | 9/44         | 5 5 0 A |
| 15/18                    | 5 2 0 |         | 15/18        | 5 2 0 M |
| G 06 G 7/60              |       |         | G 06 G 7/60  |         |

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全8頁)

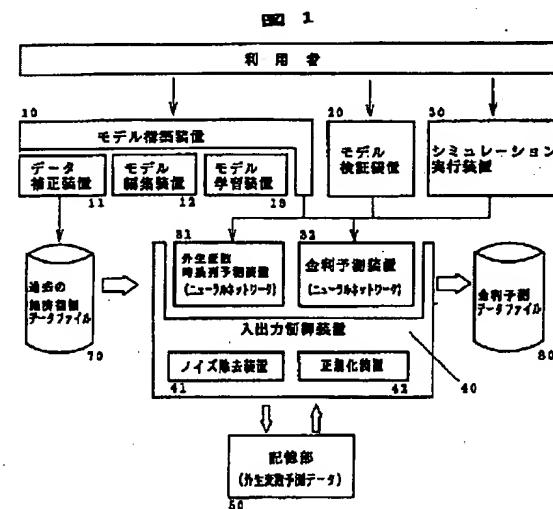
|          |                 |         |  |
|----------|-----------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願平7-119534     | (71)出願人 | 000005108<br>株式会社日立製作所<br>東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地         |
| (22)出願日  | 平成7年(1995)5月18日 | (72)発明者 | 坂下 正洋<br>神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地の12株<br>式会社日立製作所情報システム事業部内 |
|          |                 | (72)発明者 | 今井 美樹<br>神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地の12株<br>式会社日立製作所情報システム事業部内 |
|          |                 | (72)発明者 | 林 孝次<br>神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地の12株<br>式会社日立製作所情報システム事業部内  |
|          |                 | (74)代理人 | 弁理士 小川 勝男  |
|          |                 |         | 最終頁に続く   |

(54)【発明の名称】 計量経済モデルにニューラルネットを適用した金利予測システム

## (57)【要約】

【目的】ニューラルネットを計量経済モデルに適用することによる、モデル構築の簡便化、モデルの保守性の向上を目的とする。

【構成】まずモデル構築支援装置10で、ビジュアルな相関ネットワーク図式により、計量経済モデルの構築を支援、さらにそれをニューラルネットに展開する。展開されたニューラルネットは、モデル学習装置13により、過去の実績データファイル70を教師データとして使用し学習させる。そのニューラルネットはモデル検証装置20により、同じく過去の実績データを利用して検証される。検証されたニューラルネットは、金利予測装置32に位置付く。シミュレーション実行装置30は、このニューラルネットへのデータ入出力等の制御を行い、金利予測処理を行う。この場合、予測に必要となる外生変数シナリオは、外生変数時系列予測装置31により、過去の経済指標データから時系列的に推定され自動的に生成される。生成されたシナリオは、記憶部50に格納され、金利予測装置32の入力となり、最終的に金利予測データファイル80に格納される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】過去の経済指標データとともに計量経済モデルを構築し、金融商品の長期的な金利動向予測を行う処理において、ニューラルネットを適用したことを特徴とする長期金利予測データ作成方式。

【請求項2】過去の経済指標データとともに計量経済モデルを構築し、金融商品の長期的な金利動向予測を行う処理において、計量経済モデルを視覚的に構築するモデル構築装置10と、

構築されたモデルで過去のデータを予測させ、実際のデータと比較することによりモデルを検証するモデル検証装置20と、

構築されたモデルを利用して、将来の金利を予測するシミュレーション実行装置30とを備えた金利予測システム。

【請求項3】請求項2記載のモデル構築装置10において、外生変数と相関関係にある金利を、視覚的なネットワークで表現することにより、計量経済モデルを作成・更新するモデル編集装置12と、

作成したモデルに過去のデータを利用して学習させる際、長期的な金利の予測に適したデータに補正する素データ補正装置11と、

補正した過去の経済指標データを利用して、ネットワークに学習を行わせるモデル学習装置13とを備えた金利予測システム。

【請求項4】請求項2記載のシミュレーション実行装置30において、ニューラルネットを使って過去の経済指標データから将来のそれを時系列予測する外生変数時系列予測装置31と、

予測された外生変数予測データを記憶する記憶部50と、

モデル構築装置10により構築されたモデルに基づき、記憶部内に蓄積された外生変数シナリオと相関関係にある金利の予測データを生成する金利予測装置32と、を備えた金利予測システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、銀行の経営計画策定に用いる長期的な経済・金利の予測を、計量経済学モデルの考え方を利用して支援するシステムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】計量経済モデルにより、将来の長期的な金利の動向をシミュレートする手法としては、文献『金利・為替予測ハンドブック』(NHK出版)又は、『計量経済分析の基礎と応用』(東洋出版)にあるように、重要な経済要因の相関関係を経済理論に基づき連立方程式化し、シナリオに基づきそれを計算する方式が挙げられる。

【0003】さらに同じく将来の金利の動向をシミュレートする手法として、文献『ニューロコンピューティン

10

20

30

40

50

グ入門』(オーム社)にあるように、金融指標においては、過去のデータが将来の指標値に影響を与えるという特性をもとに、原因となる過去の金融指標値を入力として、将来の金融指標値を出力するニューラルネットを構成し、実績データに基づいてネットワークを学習させるというアプローチが挙げられる。

【0004】まず第一に前者の従来技術として、計量経済分析方式(特開平6-191268号公報、昭和63年8月8日)がある。このシステムはモデル式の作成・修正ができること、マルチウィンドウによりモデル式修正画面とモデル実行画面を同時に表示することでモデルの修正⇒実行⇒修正……を試行錯誤的に繰り返すことが可能なシステムである。ただしこのシステムでは、外生変数シナリオの自動作成機能を備えていなかった。またモデル式は複雑な連立方程式で表現されるため、作者以外の利用者が解析するの事実上困難だった。

【0005】次に第二に後者の従来技術として、フィードバック付きネットワーク(系列連想機)を構成し、時系列的な相関を取り扱うニューラルネット、文献『ニューロコンピューティング入門』(オーム社)がある。この方式では、実際の値動きの様子から、何日先までの予測が可能であるかという判断が必要となり、この場合フランタル次元という計測方式を利用し、予測の有効期間を算出する方法がある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記第一の従来技術における問題点としては次のものが挙げられる。

【0007】まず前述したように、シナリオを作成する必要がある。過去・現在のトレンドを把握し、膨大な将来のデータを考える必要があり、さらにそれを手入力する負担も大きいという問題がある。

【0008】また作成したシナリオをもとに金利を計算するモデル式は、複雑な連立方程式で表現されるため、作者以外の利用者はもとより、作者自身も解析困難な状況に陥るといった問題があった。またこのモデル式の構築にあたっては専門知識が必要となり、それをもたない利用者には事実上困難となる。

【0009】上記第二の従来技術における問題点としては次のものが挙げられる。

【0010】例えば株価等は、それ自体が規則性をもったデータであるため、時系列予測において高い精度が得られるが、金利の場合、金融政策等によるため規則性に乏しく、時系列予測では高い精度が得られにくい。

【0011】本発明の目的を以下に記述する。

【0012】請求項1の目的は、計量経済的なモデルをニューラルネットワークによって実現することで、双方の欠点を補い、かつ双方の有効な特性を活用することで、より精緻で長期的な金利予測の実現を可能にすることにある。

【0013】請求項2の目的は、モデルの定義、検証、

シミュレーション実行といった一連のながれをグラフィカルユーザインターフェースでサポートすることにより、計量経済学、ニューラルネットに精通していない利用者による予測を実現することにある。

【0014】請求項3の目的は、モデルを視覚的に編集させ、モデルの作者以外の利用者でも用意に保守可能にすることにある。

【0015】請求項4の目的は、外生変数シナリオを自動生成することと、それをもとに相関関係にある金利の予測を可能にすることにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1の目的を達成するために、本発明は、計量経済的な論理をニューラルネットに展開するアプローチを探る。計量経済モデルを外生変数と影響する金融指標とを視覚的なネットワークで定義し、それをニューラルネットに展開する。外生変数はフィードバック付きニューラルネットにより、時系列予測を行う。これにより外生変数の自動生成が可能となる。また計量経済モデルをビジュアルな相関ネットワークで表現するため、その特有のモデル式から開放され、ネットワーク式での保守が可能になる。またニューラルネットを利用することにより、過去の実績データの大局部的なトレンドを掴み、長期的な金利の動向予測が可能になる。

【0017】請求項2及び請求項3の目的の実現のために、本発明は、システムに「モデル構築装置10」と「モデル検証装置20」と「シミュレーション実行装置30」の機能をもたせることを特徴とするものである。以下各装置について図1を用いて簡単に説明する。

【0018】モデル構築装置10は、外生変数となる経済指標と、それが影響を与えると思われる金融指標を視覚的なネットワークで定義することにより、モデルを定義・更新させ、内部的にはニューラルネットを生成するモデル編集装置12、モデルの学習に利用する過去の素データを、長期予測に適したデータに変更するデータ補正装置11、モデル学習装置13をもつものである。

【0019】モデル検証装置20は、過去のある時点に遡り、そこから予測処理を行わせ、予測データと実際のデータを比較しグラフ表示することにより、その差を視覚的に検証させるものである。

【0020】シミュレーション実行装置30は、学習したモデルを利用して任意の期間分の予測を行うものである。

【0021】請求項4の目的の実現のために、本発明は、システムに「外生変数時系列予測装置31」と「金利予測装置32」と「記憶部50」の機能をもたせることを特徴とするものである。以下図1を用いて簡単に説明する。

【0022】外生変数時系列予測装置31は、フィードバックループをもったニューラルネットを構成し、外生

変数シナリオとなる将来の経済指標データを時系列的に予測するものである。このシナリオは記憶部50に格納され、そのシナリオに相関する金利を予測する金利予測装置32の入力データとなる。つまり2つのニューラルネットにより、金利予測を行わせることを特徴としている。

【0023】

【作用】請求項1の実現手段により、計量経済モデル特有の複雑なモデル式から開放され、外生変数シナリオの作成が不要となる。

【0024】請求項2の実現手段により、熟練した専門知識がなくても、計量経済モデルの作成、検証、及びそのモデルを利用した予測が可能になる。

【0025】請求項3の実現手段により、計量経済モデルの作成・更新が容易に行えかつ、専門知識をもたない利用者のモデル構築、作者以外での保守が容易に行えるようになる。

【0026】請求項4の実現手段により、外生変数シナリオが自動生成され、それを入力にした長期的な金利の動向予測が可能になる。

【0027】

【実施例】本発明の一実施例を図面を用いて説明する。図1は計量経済モデルにニューラルネットを適用した金利予測システムを示すブロック構成図であり、図において、10はモデル構築装置であり、利用者により指定された景気動向指標、物価動向指標、海外関連指標及び、金融指標といった複数の経済指標間の相関を、ネットワーク表現することにより視覚的に編集させ、外生変数シナリオを生成する外生変数時系列予測装置31及び、外

30 生変数シナリオから相関関係にある金利を予測する金利予測装置32を生成するモデル編集装置12、過去の経済指標データをモデル編集装置12で生成したニューラルネットに流し学習させる際、素データを月平均データに補正するデータ補正装置11、補正されたデータ70を利用して、ニューラルネットに学習を行わせるモデル学習装置13から構成される。20はモデル構築装置10により生成されたニューラルネットを、過去の実データを利用して検証することを可能とするモデル検証装置である。30はモデル構築装置10により自動生成された外生変数時系列予測装置31、金利予測装置32、

40 2つのニューラルネットを利用して金利動向予測データ80を生成するシミュレーション実行装置である。40はこの2つのニューラルネットへデータを入出力させるための入出力制御装置であり、学習を行わせる際、過去のデータに対しEPA法、センサス局法といった統計手法により季節調整を行ことによりノイズを除去するノイズ除去装置41、そのデータをニューラルネットに流すデータへ変換または、その逆を行う正規化装置42、外生変数シナリオを記憶する記憶部50から構成される。

【0028】図2は主手続の動作フローチャートである。S1は経済指標データ間の相関関係をネットワークで定義することにより、モデルを作成する手続であり、図1のモデル構築装置1-2により実現される。またここで定義されたモデルは、同装置によりニューラルネットに展開される。図3はモデル構築装置1-2により定義するネットワークと、実際に生成されるニューラルネットモデルのイメージである。

【0029】次に、図2においてS2は、S1において生成されたニューラルネットに、実績値を教師データとして与えることで学習を行わせる手続であり、モデル学習装置1-3により実現される。図4はその学習処理における主手続の動作フローチャートである。S1は実績データに対し、日次データのものを月平均し、月次データに加工するものである。これは本予測システムは、あくまで長期的な金利の動向を予測するためのものであり、それに適した実績データに変更するためのものであり、データ補正装置1-1により実現される。S2はその加工されたデータに対して、EPA法又は、センサス局法といった統計手法により、ノイズを除去する処理であり、ノイズ除去装置4-1により実現される。S3はニューラルネットの各ノードに流すデータへ、正規化する処理であり、正規化装置4-2により実現される。S4はS3により正規化された実績データを、教師データとして各ノードに流し実際に学習を行う処理である。これはモデル学習装置1-3により実現される。

【0030】次に、図2においてS3は、S2において学習されたニューラルネットを利用して、過去のデータを使用し実際に予測を行い、予測値と実績データの比較をグラフ表示させることにより、視覚的に検証するための手続であり、モデル検証装置2-0により実現される。図5はその検証手続のイメージを記したものである。実績データD1-1中の、検証予測の対象期間中のデータD1-1をニューラルネットに流し推定させる。出力された推定値D1-3と、実績データD1-2比較するためのグラフが表示され、視覚的な検証が可能となる。またここで実績値との乖離が大きい場合、推定する際に入力する経済指標の項目の選び方に問題があることが予測され、その場合再度図2のS1モデル構築手続にフィードバックする。

【0031】次に、図2においてS4は、最終目的である長期的な金利の動向を予測する手続であり、シミュレーション実行装置3-0により実現される。図6は、図1のモデル構築装置1-0で生成されたニューラルネットを使用して、金利動向を予測する際の入力と出力の論理的な関係を表す表である。つまりシミュレーション実行装

置3-0は、図6の入力データD1から、出力データD2を予測値として出力する。図7は、その際の処理を表したものである。実績データD1より、外生変数シナリオとなる将来の経済指標を、フィードバック付きニューラルネットN1により時系列的に推定する。これは、外生変数時系列予測装置3-1により実現される。この処理により、論理的には将来的な経済指標D2導きだされることになる。生成された外生変数は、シナリオD2'として記憶部に格納され、そのシナリオを金利予測ニューラルネットの各ノードに入力させ、最終的な金利予測値D3を出力する。

#### 【0032】

【発明の効果】請求項1による発明の効果は、計量経済特有の複雑なモデル式を必要とせずとも、過去の実績データの大局的なトレンドを掴み、長期的な金利動向予測が可能になることがある。

【0033】請求項2による発明の効果は、ビジュアルな操作によりモデルの構築、検証、シミュレーション実行が行えることで、容易な金利の動向予測が可能になることがある。

【0034】請求項3による発明の効果は、計量経済モデルをビジュアルな相関ネットワークで図式化することで構築することにより、専門知識を持たない利用者でも自分の意志に基づいたモデルの構築が可能になることがある。

【0035】請求項4による発明の効果は、過去のトレンドの時系列的な把握を行い、外生変数シナリオを自動生成させ、それから相関関係にある金利の動向予測を可能にすることにある。

#### 30 【図面の簡単な説明】

【図1】発明のブロック構成図である。

【図2】主手続動作フローチャートである。

【図3】ニューラルネットの生成である。

【図4】学習処理の流れである。

【図5】検証手続のイメージである。

【図6】金利予測の入力と出力データである。

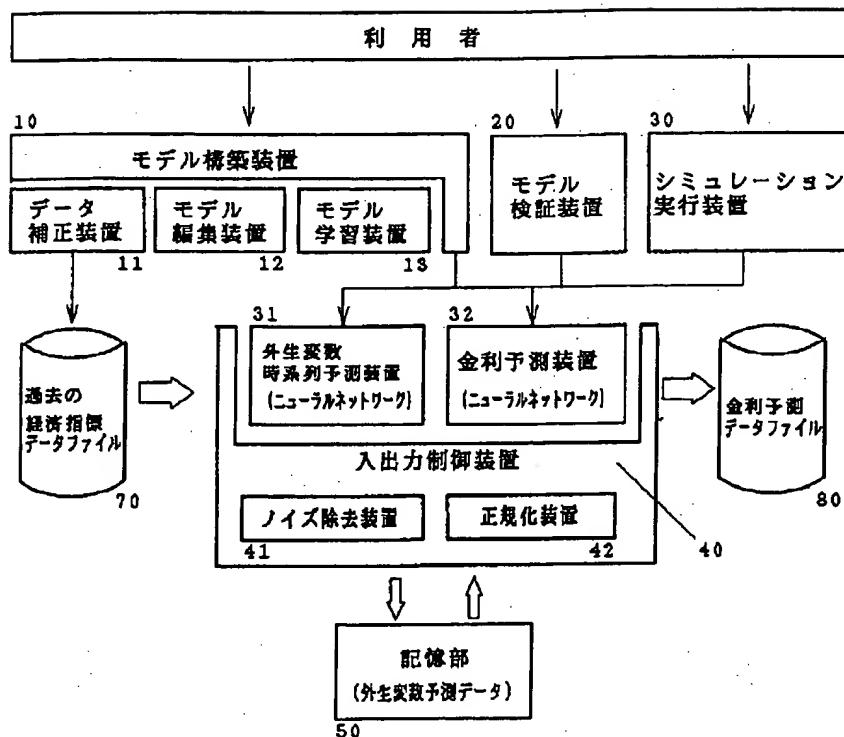
【図7】シミュレーションの流れである。

#### 【符号の説明】

10…モデル構築装置、11…データ補正装置、12…モデル編集装置、13…モデル学習装置、20…モデル検証装置、30…シミュレーション実行装置、31…外生変数時系列予測装置、32…金利予測装置、40…入出力制御装置、41…ノイズ除去装置、42…正規化装置、50…記憶部、70…過去の経済指標データファイル、80…金利予測データファイル。

【図1】

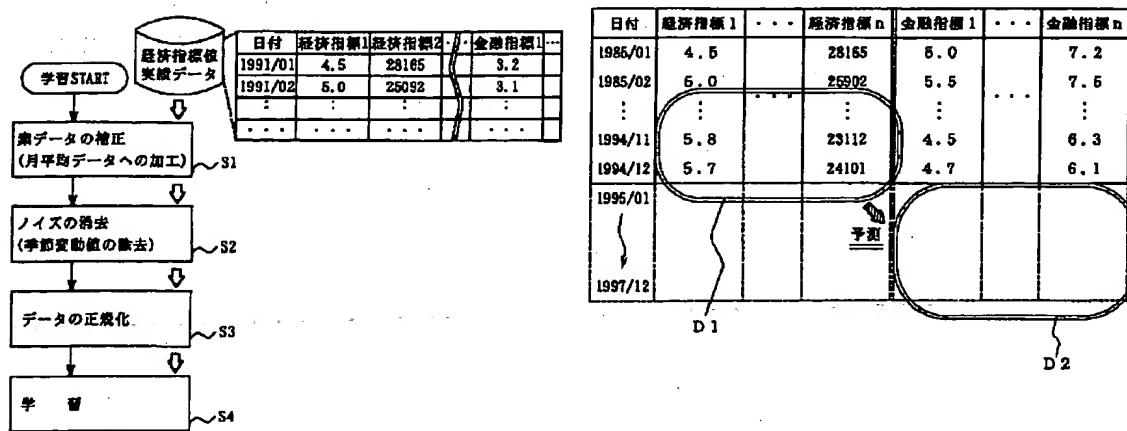
图 1



【図4】

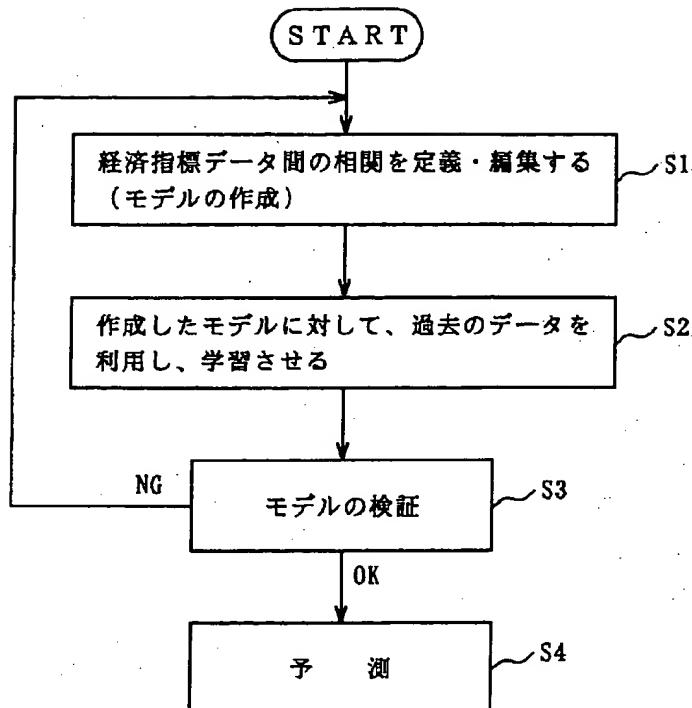
【四六】

4



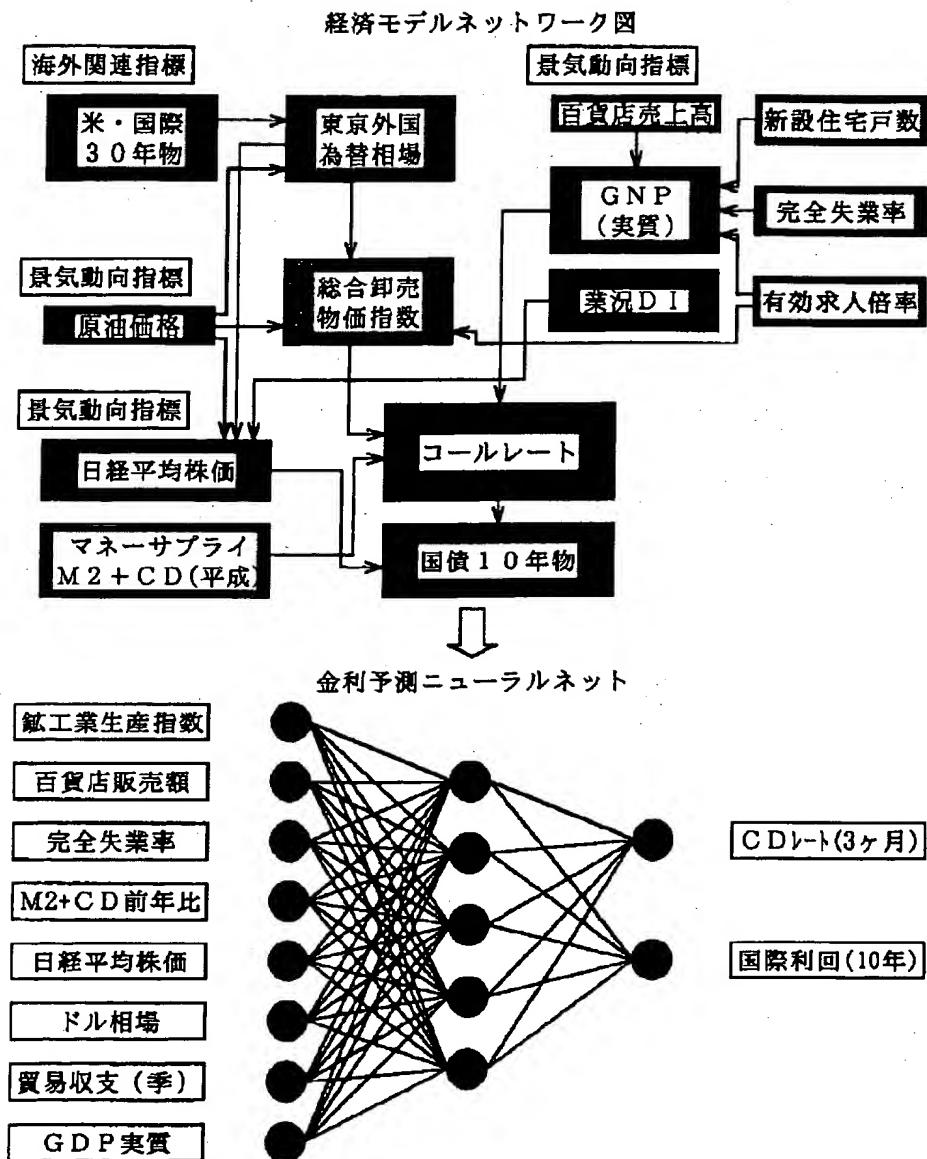
【図2】

図2



【図3】

図3



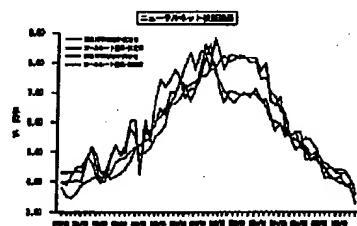
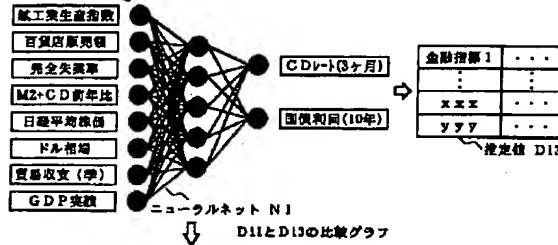
【図5】

図6

| 日付      | 経済指標1 | ... | 金融指標1 | ... |
|---------|-------|-----|-------|-----|
| 1985/01 | 4.5   | ... | 4.0   | ... |
| 1985/02 | 6.0   | ... | 3.8   | ... |
| ...     | ...   | ... | ...   | ... |
| 1993/01 | 8.0   | ... | 3.2   | ... |
| 1993/01 | 7.8   | ... | 3.2   | ... |

D11 予測対象

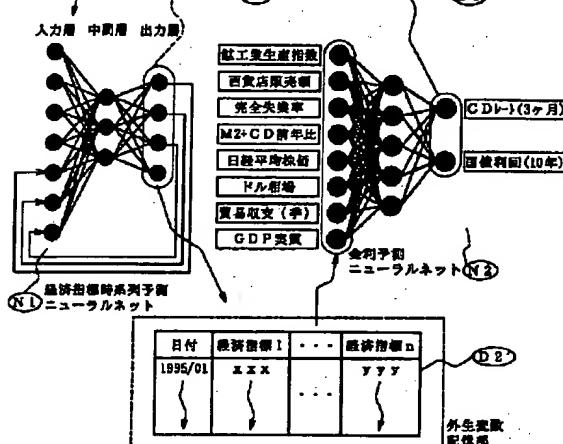
D12



【図7】

図7

| 日付      | 経済指標1 | ... | 経済指標n | 金融指標1 | ... | 金融指標n |
|---------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|
| 1994/11 | 5.8   | ... | 23112 | 4.8   | ... | 6.3   |
| 1994/12 | 5.7   | ... | 34101 | 4.7   | ... | 6.1   |
| 1995/01 | ...   | ... | ...   | ...   | ... | ...   |



フロントページの続き

(72)発明者 有江 勝利

神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地の12株  
式会社日立製作所情報システム事業部内